MESURE DES RÉSISTANCES

A - But :

Le but de cette manipulation est de mesurer les deux résistances R_1 et R_2 ainsi que la vérification des lois de leur associations en série et en parallèle en mettant en évidence la loi d'Ohm.

B - Manipulation :

On réalise le montage de la figure 1 et on effectue les mesures de tension et courant. Pour cela, on fixe d'abord la valeur de la tension V désirée, aux bornes de la résistance R en jouant sur le curseur du rhéostat et on mesure l'intensité du courant I.

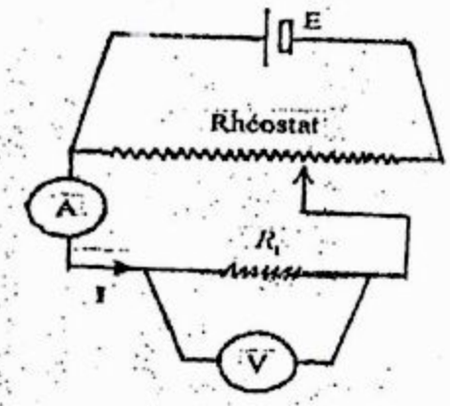


Figure 1 Montage pour mesurer la résistance R_1.

B – 1) Mesure de la résistance R_1.

On présente les mesures concernant la résistance R_1 dans le tableau suivant :

$V(Volts)$	0	1	2	3	4	5
Calibres	1V	1V	3V	3V	10V	10V
$\Delta V(Volts)$	0	0,02	0,07	0,07	0,2	0,2
$I(mA)$	0	1,9	3,7	5,6	7,5	9,4
Calibres	0,01 A	0 ,01 A	0 ,01 A	0 ,01 A	0 ,01 A	0 ,01 A
$\Delta I(mA)$	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

B – 1) – a) Calcul des incertitudes.

Sur les deux appareils, ampèremètre ou voltmètre, on peut effectuer la lecture sur le cadran de 0 à 100_{div} ou sur l'autre cadrant de 0 à 30_{div}. Cela dépend du calibre choisi. Par exemple pour les calibres 3V,30V, 0,03A, on effectue la lecture sur le

ETUSUP .com

cadran de 0 à 30 div et pour les calibres 1V, 10V, 0,1A, on effectue la lecture sur le cadran de 0 à 100 div.

- Calcul de ΔV.

$$\Delta V = \Delta V_{lecture} + \Delta V_{sys} = \frac{\frac{1}{2} ppd \times calibre}{nbre\,total\,de\,div} + \frac{classe \times calibre}{100}$$ avec ppd :plus petite division

Calibre 1V : $\Delta V = \frac{0,5 \times 1\,V}{100} + \frac{1,5 \times 1\,V}{100} = 0,005 + 0,015 = 0,02\,V$.

Calibre 3V : $\Delta V = \frac{0,25 \times 3\,V}{30} + \frac{1,5 \times 3\,V}{100} = 0,025 + 0,045 = 0,07\,V$.

Calibre 10V : $\Delta V = \frac{0,5 \times 10\,V}{100} + \frac{1,5 \times 10\,V}{100} = 0,05 + 0,15 = 0,2\,V$.

- Calcul de ΔI.

$$\Delta I = \Delta I_{lecture} + \Delta I_{systématique} = \frac{\frac{1}{2} ppd \times calibre}{nbre\ total\ de\ div} + \frac{classe \times calibre}{100}$$

Calibre 0,01 A : $\Delta I = \frac{0,5 \times 0,01\,V}{100} + \frac{1,5 \times 0,01\,V}{100} = 0,05\,mA + 0,15\,mA = 0,2\,mA$.

Le tracé de la courbe $V = f(I)$ est présenté sur la figure 2. Les rectangles d'incertitudes ($\pm \Delta V$ et $\pm \Delta I$) sont représentés sur chaque point de mesure .

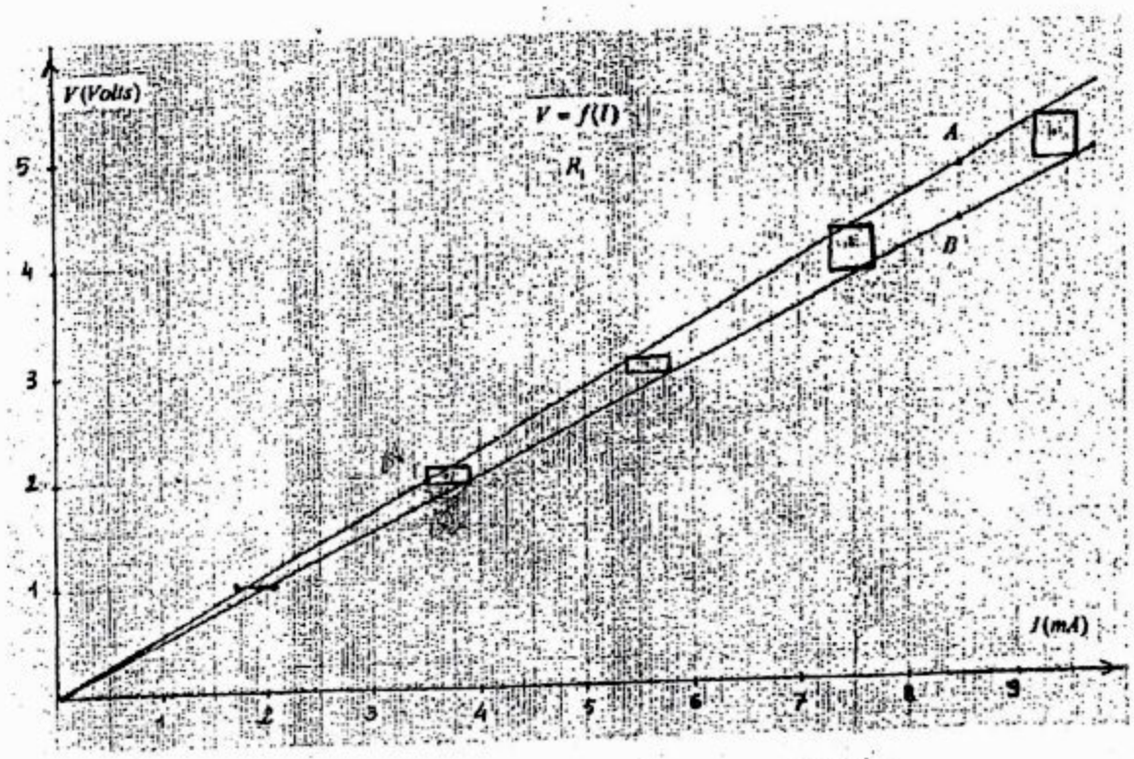


Figure 2 . Tracée des droites limites de la courbe $V = f(I)$.

ETUSUP .com

Les droites limites passent par l'origine qui est considérée comme un point sûr. Celles-ci doivent toucher obligatoirement tous les rectangles d'incertitudes. Si cette condition n'est pas remplie il sera impossible de tracer ces droites.

B – 1) – b) Calcul de la pente.

A partir des points choisis sur les droites limites, on a mesuré les pentes correspondantes.

$$P_{max} = \frac{4,75\ V}{8,5\ mA} = 558,8\Omega \qquad P_{min} = \frac{4,25\ V}{8,5\ mA} = 500\Omega$$

$$P_{moy} = \frac{559+500}{2} = 530\Omega \quad \Delta P = \frac{559-500}{2} = 30\Omega$$

B – 1) – c) Calcul de R_1.

D'après la loi d'Ohm $V = R\,I$, alors $R = \frac{V}{I}$. Par analogie, la pente $P_{moy} = \frac{V}{I}$.

Alors $R_1 = P_{moy} = 530\,\Omega$ et $\Delta R_1 = \Delta P = 30\,\Omega$

$$\boxed{R_1 = 530 \pm 30\,\Omega}$$

B – 2) Mesure de la résistance R_2.

En procédant de la même façon qu'avec la résistance R_1, on obtient les mesures concernant la résistance R_2 présentées dans le tableau suivant :

$V(Volts)$	0	1	2	3	4	5
Calibres	1V	1V	3V	3V	10V	10V
$\Delta V(Volts)$	0	0,02	0,07	0,07	0,2	0,2
$I(mA)$	0	16	30	46	62	77
Calibres	0,03 A	0 ,03 A	0 ,1 A	0 ,1 A	0 ,1 A	0 ,1 A
$\Delta I(mA)$	0	0,7	2	2	2	2

B – 2) – a) Calcul des incertitudes.

Puisqu' il s'agit des mêmes tensions, les incertitudes concernant les calibres correspondants restent les mêmes. Par contre, on doit calculer les incertitudes sur le courant car, les calibres de l'ampèremètre ont été changés.

- **Calcul de ΔI.**

$$\Delta I = \Delta I_{lecture} + \Delta I_{systématique} = \frac{\frac{1}{2}\,ppd \times calibre}{nbre\ total\ de\ div} + \frac{classe \times calibre}{100}$$

Calibre 0,03 A : $\Delta I = \frac{0,25 \times 0,03\ V}{30} + \frac{1,5 \times 0,03\ V}{100} = 0,25\ mA + 0,45\ mA = 0,7\ mA$.

Calibre 0,1 A : $\Delta I = \frac{0,5 \times 0,1\ V}{100} + \frac{1,5 \times 0,1\ V}{100} = 0,5\ mA + 1,5\ mA = 2\ mA$.

Le tracé de la courbe $V = f(I)$ est présenté sur la figure 3. Les rectangles d'incertitudes ($\pm\Delta V$ et $\pm\Delta I$) sont représentés pour chaque point de mesure .

ETUSUP .com

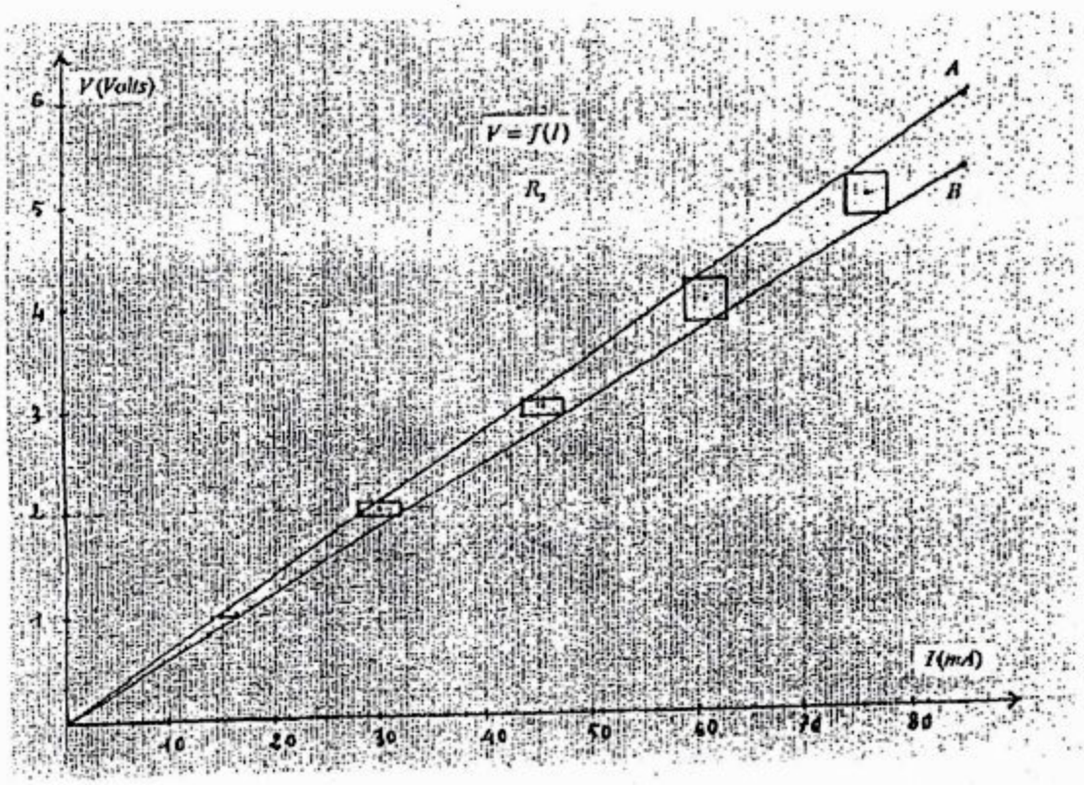


Figure 3 Tracée des droites limites de la courbe $V = f(I)$.

Comme pour la courbe de la figure 2, les droites limites touchent obligatoirement tous les rectangles d'incertitudes

B – 2) – b) Calcul de la pente.

A partir des points choisis sur les droites limites, on a mesuré les pentes correspondantes.

$$P_{max} = \frac{5{,}95\ V}{85\ mA} = 70\ \Omega \qquad P_{min} = \frac{5{,}25\ V}{85\ mA} = 62\ \Omega$$

$$P_{moy} = \frac{70+62}{2} = 66\Omega \qquad \Delta P = \frac{70-62}{2} = 4\Omega$$

B – 2) – c) Calcul de R_2.

De la même façon qu'avec la résistance R_1, on déduit :

$R_2 = P_{moy} = 66\ \Omega$ et $\Delta R_2 = \Delta P = 4\ \Omega$

$$\boxed{R_2 = 66 \pm 4\ \Omega}$$

B – 3) Calcul théorique de R_s et R_p.

B – 3) – a) Résistance équivalente de R_1 et R_2 en série.

$R_s = R_1 + R_2 = 530\ \Omega + 66\ \Omega = 596\ \Omega$.

ETUSUP .com

Calcul de l'erreur sur R_s.

$\Delta R_s = \Delta R_1 + \Delta R_2 = 30\,\Omega + 4\,\Omega = 34\,\Omega$

Alors théoriquement la résistance série devient : $R_s = 596 \pm 34\,\Omega$.

Finalement après arrondissement des chiffres on peut écrire :

$$\boxed{R_{s\,théor} = 600 \pm 30\,\Omega}$$

B – 3) – b) Résistance équivalente de R_1 et R_2 en parallèle.

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{530\,\Omega \times 66\,\Omega}{530\,\Omega + 66\,\Omega} = 58{,}69\,\Omega$$

Calcul de l'erreur sur R_p.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow d\left(\frac{1}{R_p}\right) = d\left(\frac{1}{R_1}\right) + d\left(\frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow \frac{dR_p}{R_p^2} = -\frac{dR_1}{R_1^2} - \frac{dR_2}{R_2^2}$$

$$\boxed{\Delta R_p = R_p^2 \times \left(\frac{\Delta R_1}{R_1^2} + \frac{\Delta R_2}{R_2^2}\right)} = (58{,}69)^2 \times \left[\frac{30}{(530)^2} + \frac{4}{(66)^2}\right]$$

$$= 3444{,}5(1{,}068 \times 10^{-4} + 9{,}183 \times 10^{-4}) = 3{,}53\,\Omega. \text{ Alors } R_p = 58{,}69 \pm 3{,}53\,\Omega$$

Finalement après arrondissement des chiffres on peut écrire :

$$\boxed{R_{p\,théor} = 59 \pm 4\,\Omega}$$

B – 4) Détermination expérimentale de R_s.

On réalise le montage des deux résistances en série (voir figure 4 ci-dessous)

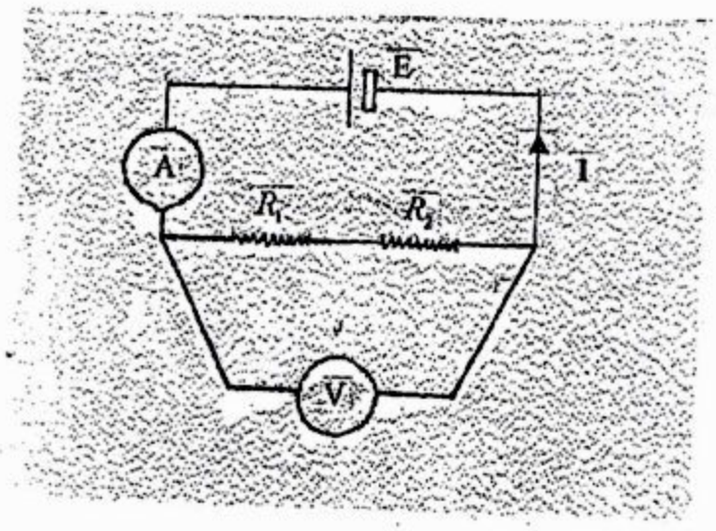


Figure 4 Montage pour mesurer R_1 et R_2 en série.

B – 4) – a) Mesures.

Le courant et la tension mesurés sont présentés ci-dessous .

Sur le calibre 0,03 A de l'Ampèremètre, on lit l'intensité du courant :

$$I = \frac{20{,}5\ div \times 0{,}03\ A}{30} = 20{,}5 \times 10^{-3}\ A = 20{,}5\ mA$$

ETUSUP .com

Sur le calibre 30 V du Voltmètre, on lit la tension :

$$V = \frac{12{,}5\ div \times 30\ V}{30} = 12{,}5\ V$$

D'après la loi d'Ohm, on a : $V = R_x \times I$.

Alors $R_x = \frac{V}{I} = \frac{12{,}5\ V}{20{,}5\ mA} = 609{,}75\ \Omega$

B – 4) – b) Calcul de l'erreur sur R_x.

$$R_x = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \Rightarrow \Delta R_x = R_x\left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I}\right)$$

Calcul de ΔV et ΔI.

L'expression générale de l'incertitude sur ΔV ou ΔI, est exposée plus haut.

Alors il suffit de l'appliquer de nouveau :

Calibre 30V : $\Delta V = \frac{0{,}25 \times 30\ V}{30} + \frac{1{,}5 \times 30\ V}{100} = 0{,}25 + 0{,}45 = 0{,}7\ V$.

Calibre 0,03A : $\Delta I = \frac{0{,}25 \times 0{,}03\ V}{30} + \frac{1{,}5 \times 0{,}03\ V}{100} = 0{,}25\ mA + 0{,}45\ mA = 0{,}7\ mA$.

$$\Delta R_x = 609{,}75 \times \left(\frac{0{,}7\ V}{12{,}5\ V} + \frac{0{,}7\ mA}{20{,}5\ mA}\right) = 609{,}75 \times (0{,}056 + 0{,}034) = 54{,}966\ \Omega.$$

Alors $R_x = 609{,}75 \pm 54{,}96\ \Omega$

Finalement, après arrondissement des chiffres on peut écrire :

$$\boxed{R_{x\,exp} = 610 \pm 60\ \Omega}$$

B – 5) Détermination expérimentale de R_p.

On réalise le montage des deux résistances en parallèle (voir figure 5)

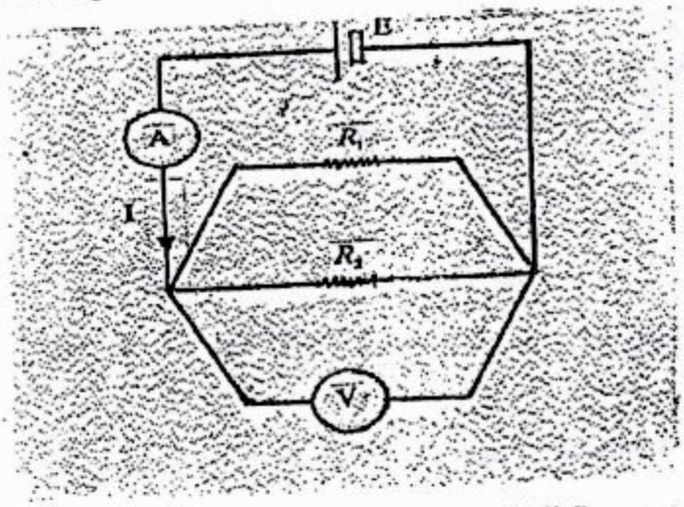


Figure 5. Montage pour mesurer R_1 // R_2.

ETUSUP .com

B – 5) – a) Mesures.

Le courant et la tension mesurés sont présentés ci-dessous .
Sur le calibre 0,3 A de l'Ampèremètre, on lit l'intensité du courant :

$$I = \frac{26{,}5\ div \times 0{,}3\ A}{30} = 265 \times 10^{-3}\ A = 265\ mA$$

Sur le calibre 30 V du Voltmètre, on lit la tension :

$$V = \frac{12{,}3\ div \times 30\ V}{30} = 12{,}3\ V$$

D'après la loi d'Ohm, on a : $V = R_p\ I$.

Alors $R_p = \frac{V}{I} = \frac{12{,}3\ V}{265\ mA} = 46{,}42\ \Omega$

B – 5) – b) Calcul de l'erreur sur R_p.

$$R_p = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{\Delta R_p}{R_p} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \Rightarrow \Delta R_p = R_p \times (\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I})$$

Calcul de ΔV et ΔI.

Comme dans le cas précédent, on écrit les incertitudes sur la tension et le courant :

Calibre 30V : $\Delta V = 0{,}7\ V$. (le détail des calculs est déjà présenté au dessus)

Calibre 0,3A : $\Delta I = \frac{0{,}25 \times 0{,}3A}{30} + \frac{1{,}5 \times 0{,}3A}{100} = 2{,}5mA + 4{,}5mA = 7mA$.

$$\Delta R_p = 46{,}42 \times (\frac{0{,}7\ V}{12{,}3\ V} + \frac{7\ mA}{265\ mA}) = 46{,}42 \times (0{,}0569 + 0{,}0264) = 3{,}86\ \Omega.$$

Alors $R_p = 46{,}42 \pm 3{,}86\ \Omega$

Finalement après arrondissement des chiffres, on peut écrire :

$$\boxed{R_{p\,exp} = 46 \pm 4\ \Omega}$$

C – Conclusion :

$$R_{p\,théor} = 59 \pm 4\ \Omega \quad \Rightarrow \quad R_{p\,exp} = 46 \pm 4\ \Omega$$
$$R_{s\,théor} = 600 \pm 30\ \Omega \quad \Rightarrow \quad R_{s\,exp} = 610 \pm 60\ \Omega$$

Les résultats théorique et expérimentaux sont tout à fait comparables.
A partir de la loi d'Ohm, connaissant les valeurs des tensions aux bornes des résistances ou d'associations de résistances, on peut déterminer les valeurs de celles-ci avec une très bonne précision.

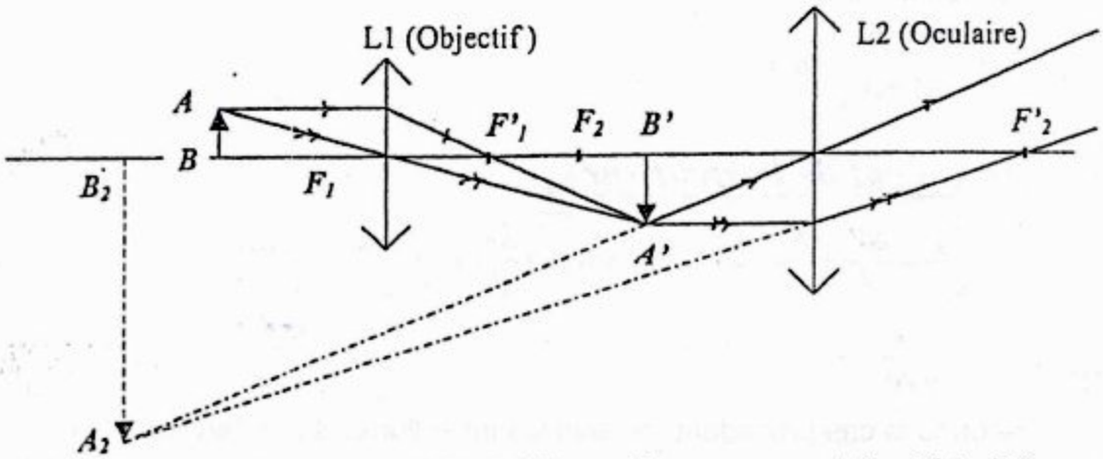
ETUSUP

N°4

MICROSCOPE

A - But :

Le but de la manipulation est l'étude de fonctionnement du Micoscope.
Dans ce travail, on détermine le grandissement des trois objectifs du microscope puis comme application on mesure le diamètre des fils de trois échantillons différents.



AB (réel) —L1→ A_1B_1 (réel) —L2→ A_2B_2 (virtuelle)

L'ensemble des lentilles Objectifs et oculaires sont assimilés à deux lentilles minces convergentes L1 et L2.

Figure 1 : Schéma Optique d'un Microscope

B - Constantes optique d'un microscope.

B - 1 - Grandissement :

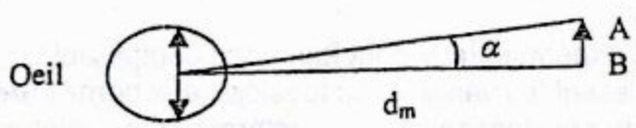
$\gamma_{obj} = \frac{A_1B_1}{AB}$: est le grandissement de l'ensemble des lentilles qui forment l'objectif du microscope. C'est le rapport de la dimension de l'image sur celui de l'objet.

B – 2 - Puissance :

P (dioptres) = $\frac{\alpha\,(radian)}{AB(mètre)}$

C'est le rapport de l'angle α sous lequel on voit l'image sur la longueur de l'objet .

$P = \frac{\alpha}{A_1B_1} \cdot \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{\alpha}{A_1B_1} \cdot \gamma_{obj} = P_{oc} \cdot \gamma_{obj}$ avec P_{oc} puissance de l'oculaire



ETUSUP .com

B - 3 - Grossissement :

C'est le rapport du diamètre apparent de l'image de l'objet à travers l'instrument sur le diamètre apparent de l'objet vu à l'œil nu à la distance minimale de vision distincte λ_m.

$$tg\alpha \approx \alpha = \frac{AB}{d_m}$$

C - Manipulation :

Dans notre travail on se limitera à la mesure du grandissement des trois objectifs du microscope, puis comme application on mesurera le diamètre des dfférents fils avec les trois objectifs.

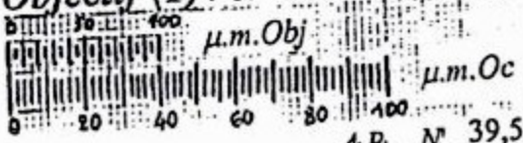
C - 1 - Mesure du grandissement :

Les éléments utilisés sont le micromètre objectif et le micromètre oculaire.
Le micromètre objectif est constitué de 100 divisions. Chaque division et distante de 0,01mm.
Le micromètre oculaire est constitué de 100 divisions. Chaque division est distante de 0,1mm ;
Les mesures effectuées sont présentés dans le tableau ci dessous.

	N(div)	N'(div)	γ_{obj}	$\Delta\gamma_{obj}$
Objectif (1)	100	39,5 ± 0,5	3,95	0,05
Objectif (2)	100	99,5 ± 0,5	9,95	0,05
Objectif (3)	25	98 ± 0,5	39,2	0,2

C - 2 - Détails des calculs :

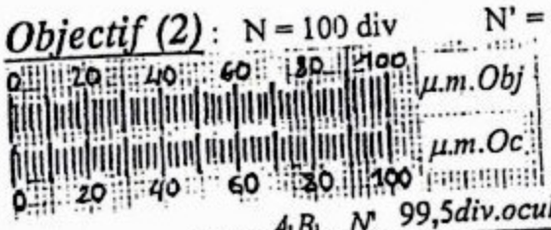
Objectif (1) : N = 100 div *µ mètre Obj.* , N' = 39,5 div ± 0,5. *µ mètre Oc.*



$$\gamma_{obj} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{N'}{N} = \frac{39{,}5 div.oculaire}{100 div.objectif} = \frac{39{,}5.10^{-1}mm}{100.10^{-1}mm} = 3{,}95$$

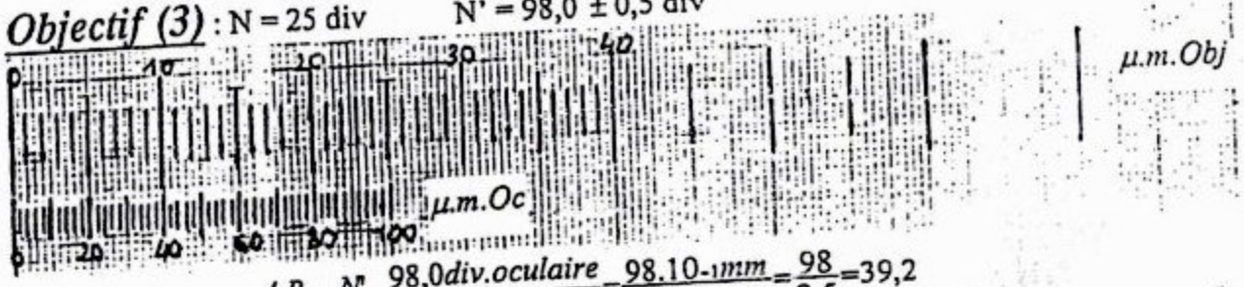
N' = 99
N = 100
Donner l'exp γ en fl(
$\gamma = \frac{N'}{N}$
Une division de N' = 0,1
N = 0,0

Objectif (2) : N = 100 div N' = 99,5 div ± 0,5



$$\gamma_{obj} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{N'}{N} = \frac{99{,}5 div.oculaire}{100 div.objectif} = \frac{99{,}5.10^{-1}mm}{100.10^{-2}mm} = 9{,}95$$

Objectif (3) : N = 25 div N' = 98,0 ± 0,5 div



$$\gamma_{obj} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{N'}{N} = \frac{98{,}0 div.oculaire}{25 div.objectif} = \frac{98.10^{-1}mm}{25.10^{-2}mm} = \frac{98}{2{,}5} = 39{,}2$$

C – 3 - Calcul de l'erreur sur γ_{obj} :

$$\gamma_{obj}=\frac{N'}{N} \qquad Log\ \gamma_{Obj}=LogN'-LogN \Rightarrow \frac{d\gamma}{\gamma}=\frac{dN'}{N'}-\frac{dN}{N}$$

$$\frac{\Delta\gamma_{Obj}}{\gamma_{obj}}=\frac{\Delta N'}{N'}+\frac{\Delta N}{N} \Rightarrow \Delta\gamma_{obj}=\gamma_{obj}(\frac{\Delta N'}{N'}+\frac{\Delta N}{N})$$

La comparaison de N et N' entre eux nécessite de supposer l'erreur de lecture sur l'un deux. Le plus simple est de prendre $\Delta N=0$ et $\Delta N' = 0{,}5$div.

Objectif (1) : $\Delta\gamma_{obj} = \gamma_{obj}(\frac{\Delta N'}{N'})$

$$\Delta\gamma_{obj} = 3{,}95\,\frac{0{,}5}{39{,}5} = 0{,}05 \quad \Rightarrow \quad \Delta\gamma_{obj} = 0{,}05$$

Objectif (2) :

$$\Delta\gamma_{obj} = 9{,}95\,(\frac{0{,}5}{99{,}5}) \quad \Rightarrow \quad \gamma_{obj} = 0{,}05$$

Objectif (3) :

$$\Delta\gamma_{obj} = 39{,}2\,(\frac{0{,}5}{98}) \quad \Rightarrow \quad \gamma_{obj} = 0{,}20$$

D - Application : mesure des diamètres des objectifs (I) (II) et (III).

d : nombre de divisions oculaire qui couvrent l'image de l'objet.
D : dimension réelle de l'objet.

	d_1 de B_1	d_2 de B_2	d_3 de B_3
Objectif (1)	3,0 ± 0,5div	5,0 ± 0,5div	27,0 ± 0,5div
Objectif (2)	7,0 ± 0,5div	13,0 ± 0,5div	70,0 ± 0,5div
Objectif (3)	30,0 ± 0,5div	51,0 ± 0,5div	

$$\boxed{\gamma_{obj} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{d}{D}} \Rightarrow D = \frac{d}{\gamma_{obj}} \qquad \Delta D = D.(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta\gamma_{obj}}{\gamma_{obj}})$$

D - 1- Mesure de D_1 en utilisant les trois objectifs.

Objectif (1) : $D_1 = \frac{3.10^{-1}mm}{3{,}95} = \frac{0{,}3}{3{,}95} = 0{,}0759mm$

$$\Delta D_1 = D_1(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta\gamma_{obj}}{\gamma_{obj}}) = 0{,}0759(\frac{0{,}5}{3} + \frac{0{,}05}{3{,}95}) = 0{,}0759(0{,}166 + 0{,}0126) = 0{,}013556$$

$D_1 = 0{,}0759 \pm 0{,}013556$

$$\boxed{D_1 = 0{,}08 \pm 0{,}01 \text{ mm}}$$

ETUSUP .com

D - 3- Mesure de D_3 en utilisant les objectifs 1 et 2.

Objectif (1) : $D_3 = \frac{27{,}0.10^{-1}\,mm}{3{,}95} = 0{,}6835mm$

$$\Delta D_3 = 0{,}6835(\frac{0{,}5}{27} + \frac{0{,}05}{3{,}95}) = 0{,}6835(0{,}0185 + 0{,}01266)$$

$$\Delta D_3 = 0{,}02129$$

$$D_3 = 0{,}6835 \pm 0{,}02129mm$$

$$\boxed{D_3 = 0{,}68 \pm 0{,}02mm}$$

Objectif (2) : $D_3 = \frac{70{,}0.10^{-1}\,mm}{9{,}95} = 0{,}7035mm$

$$\Delta D_3 = 0{,}7035(\frac{0{,}5}{70} + \frac{0{,}05}{9{,}95}) = 0{,}7035(0{,}007143 + 0{,}00503)$$

$$\Delta D_3 = 0{,}00856mm$$

$$D_3 = 0{,}7035 \pm 0{,}00856mm$$

$$\boxed{D_3 = 0{,}704 \pm 0{,}009mm}$$

Objectif (3) : Le diamètre apparent d_3 dépasse le champ du micromètre oculaire . Donc on ne peut pas le mesurer avec l'objectif n° 3.

D - 4 - Résumé des résultats :

Diamètre des fils	Objectif 1	Objectif 2	Objectif 3
D_1 (mm)	0 ,08 ± 0,01	0,070 ± 0,005	0,077 ± 0,002
D_2 (mm)	0,13 ± 0,01	0,131 ± 0,006	0,130 ± 0,002
D_3 (mm)	0,68 ± 0,02	0,704 ± 0,009	

E - Conclusion :

Sur chacun des fils, on a effectué une seule mesure au lieu de trois, comme il a été demandé. Car on a supposé que le diamètre du fil est à peu près constant.

Pour les trois échantillons, on remarque que l'erreur sur la mesure du diamètre diminue lorsque le grandissement augmente. Autrement dit : les mesures avec l'objectif (3) sont les plus précises.

Le microscope utilisé peut mesurer les dimensions d'un échantillon de quelques centièmes de millimètres sans que l'erreur sur ces grandeurs ne dépasse deux millièmes de millimètre.

Site: www.ebsi.umontreal.ca/retrouve/oral/intro.htm

ETUSUP .com

Objectif (2) :

$$D_1 = \frac{7,10^{-1}\,mm}{9,95} = 0,07035mm$$

$$\Delta D_1 = 0,07035\,(\frac{0,5}{7} + \frac{0,05}{9,95}) = 0,070(0,071 + 0,005)\,*$$

$$\Delta D'_1 = 0,0053mm \qquad D_1 = 0,07035 \pm 0,0053mm$$

$$\boxed{D_1 = 0,070 \pm 0,005mm}$$

Objectif (3) : $D_1 = \frac{30.10^{-1}\,mm}{39.2} = 0,0765mm$

$$\Delta D_1 = 0,0765(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \gamma_{obj}}{\gamma_{obj}}) = 0,0765(\frac{0,5}{30} + \frac{0,2}{39,2})$$

$$\Delta D_1 = 0,0765(0,0166 + 0,0051) = 0,00166mm$$

$$D_1 = 0,0765 \pm 0,00166mm$$

$$\boxed{D_1 = 0,077 \pm 0,002mm}$$

D - 2- *Mesure de D_2 en utilisant les trois objectifs.*

Objectif (1) : $D_2 = \frac{d}{\gamma_{obj}}$. $\Delta D_2 = D_2(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \gamma_{obj}}{\gamma_{obj}})$

$$D_2 = \frac{5.10^{-1}\,mm}{3,95} = 0,1265mm$$

$$\Delta D_2 = 0,1265(\frac{0,5}{5} + \frac{0,05}{3,95}) = 0,1265(0,1 + 0,0126) = 0,0143$$

$$D_2 = 0,1265 \pm 0,0143mm$$

$$\boxed{D_2 = 0,13 \pm 0,01\ mm}$$

Objectif (2) : $D_2 = \frac{13,10_{-1}}{9,95} = 0,1306mm$

$$\Delta D_2 = 0,1306(\frac{0,5}{13} + \frac{0,05}{9,95}) = 0,1306(0,0385 + 0,00503) = 0,00568$$

$$D_2 = 0,1306 \pm 0,00568$$

$$\boxed{D_2 = 0,131 \pm 0,006mm}$$

Objectif (3) : $D_2 = \frac{51.10^{-1}\,mm}{39.2} = 0,1301mm$

$$\Delta D_2 = 0,1301(\frac{0,5}{51} + \frac{0,2}{39,2}) = 0,1301(0,00980 + 0,0051) = 0,00194$$

$$D_2 = 0,1301 \pm 0,00194mm$$

$$\boxed{D_2 = 0,130 \pm 0,002mm}$$

ETUSUP .com

ETUSUP.com

Programmation
Cours
Informatique
Optique
Chimie
Algébre
Corrigés
Mathématiques
Travaux Pratiques
Electricité
Physique
Résumés
Analyse
Diapo
Exercices
Livres
Contrôles Continus
Langues
MTU
Mécanique
Thermodynamique
Multimedia
Divers
Economie
Travaux Dirigés
Droit
Chimie Organique

et encore plus..

ETUSUP.com